

# 统计力学作业1

郑子诺，物理41

2025 年 2 月 22 日

1.3

$$\begin{aligned} -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T &= \kappa_T \\ V_1 &= V_0 \exp(-\kappa_T p) \approx V_0(1 - \kappa_T p) \\ \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p &= \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(T, p) &= V_1(T_0, p) \exp[\alpha(T - T_0)] \\ &\approx V_0(T_0, 0)[1 + \alpha(T - T_0) - \kappa_T p] \end{aligned}$$

1.5

由于

$$\left( \frac{\partial T}{\partial \mathcal{F}} \right)_L \left( \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial L} \right)_T \left( \frac{\partial L}{\partial T} \right)_\mathcal{F} = -1$$

因此

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial T} \right)_L &= -EA\alpha \\ \Delta \mathcal{F} &= -EA\alpha(T_2 - T_1) \end{aligned}$$

1.7

跟踪进入箱子中的气体，显然周围其他气体将其压入箱子所做的功为 $p_0 V_0$ ，而箱子内为真空，且忽略气体间热传导，因此我们有

$$U - U_0 = p_0 V_0$$

若为理想气体，则有

$$\frac{5}{2} nR(T - T_0) = p_0 V_0 = nRT_0$$

$$nRT = p_0V$$

所以

$$T = \frac{7}{5}T_0$$

$$V = \frac{7}{5}V_0$$

其中 $T_0$ 为大气温度。

1.11

根据绝热方程

$$pV^\gamma = C \rightarrow \frac{T^\gamma}{p^{\gamma-1}} = C$$

我们有

$$\gamma \frac{dT}{T} = (\gamma - 1) \frac{dp}{p}$$

同时我们有

$$dp = -\rho g dz$$

$$\rho = \frac{\mu p}{RT}$$

所以

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{\mu g}{R}$$

代入数值得

$$\frac{dT}{dz} = -9.77 \times 10^{-3} \text{ K/m}$$